

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/DE05/000048

International filing date: 12 January 2005 (12.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 002 582.7
Filing date: 13 January 2004 (13.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 14 March 2005 (14.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2004 002 582.7

Anmeldetag: 13. Januar 2004

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

Bezeichnung: Optisch gezündete Funkenstrecke

IPC: H 01 T, H 02 H, H 01 S

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 1. März 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Dzierzon

Beschreibung

Optisch gezündete Funkenstrecke

Die Erfindung betrifft einen Überspannungsschutz mit einer Funkenstrecke, die einander gegenüberliegende Elektroden aufweist, mit einer Lichtquelle zur Erzeugung eines Zündlichtes in Abhängigkeit von Auslösesignalen einer Steuerungseinheit, wobei das Zündlicht zum unmittelbaren Zünden der Funkenstrecke eingerichtet ist.

Ein solcher Überspannungsschutz ist aus der DE 197 18 660 A1 bereits bekannt. Der dort beschriebene Überspannungsschutz weist eine Funkenstrecke auf, die aus zwei einander gegenüberliegenden Elektroden besteht. Zum Zünden der Funkenstrecke ist ein gepulster Stickstofflaser vorgesehen, dessen im UV-Bereich liegenden Laserpulse in einem von den Elektroden begrenzten Gasraum gelenkt werden. Zum Einkoppeln des Zündlichtes in die mit einem Gehäuse umgebene Funkstrecke ist ein für das UV-Licht durchlässiges Fenster aus Quarzglas vorgesehen. Zum Herabsetzen der zum Zünden der Funkenstrecke benötigte Energie der Lichtpulse, ist zwischen den Elektroden ein Metall-Aerosol bereitgestellt, so dass Zündelektronen durch Photoemission erzeugbar sind.

Aus der DE 198 03 636 A1 ist ein Überspannungsschutzsystem mit einer Funkenstrecke bekannt, die über eine Zündelektrode zündbar ist. Zum Auslösen der Funkenstrecke dient ein Zündkreis, der aus einem kapazitiven Spannungsteiler mit einem Zündkondensator sowie aus einem Zündschaltelement besteht, an dem aufgrund des kapazitiven Spannungsteilers eine geringere Spannung abfällt als an den Hauptelektroden der Funkenstrecke. Übersteigt die an dem Zündschaltelement anliegende Span-

nung einen Schwellenwert wird dieses von einer Sperrstellung, in der ein Stromfluss unterbrochen ist, in seine stromführende Durchlassstellung überführt, so dass es zu einer Entladung des Zündkondensators kommt, der eine Funkenentladung zwischen der Zündelektrode und einer der Hauptelektroden herbeiführt und so die Zündung der Hauptfunkenstrecke auslöst.

Aktiv zündbare Funkenstrecken werden auch als Überspannungsschutz von Bauteilen eingesetzt, die auf isoliert aufgestellten Hochspannungsplattformen angeordnet sind.

Ein solcher Überspannungsschutz ist gemäß dem landläufigen Stand der Technik bereits bekannt. Figur 1 zeigt einen solchen Überspannungsschutz, der eine Hauptfunkenstrecke 2 mit Hauptelektroden 3 aufweist. Die Hauptelektroden sind parallel zu Reihenkondensatoren geschaltet, die an einem Drehstromwechselspannungsnetz auf Hochspannungspotential angeschlossen sind. Durch die Überbrückung mittels der Funkenstrecke wird der Kondensator vor zu hohen Spannungen geschützt. Die Reihen-kondensatoren oder andere zu schützende elektronische Bauelemente sind auf einer isoliert aufgestellten Plattform 4 angeordnet, die über säulenförmige, figürlich nicht dargestellte Stützträger an einer sich auf Erdpotential befindlichen Umgebung abgestützt sind. So befindet sich beispielsweise die in Figur 1 unten gezeichnete Hauptelektrode 3 auf einem Hochspannungspotential, das demjenigen der Plattform 4 entspricht, während die in Figur 1 oben gezeichnete Hauptelektrode 3 sich auf dem Hochspannungspotential des Drehstromnetzes befindet. Zwischen den Hauptelektroden fällt eine Spannung zwischen etwa 60 kV und 160 kV ab, so dass die auf der Plattform 4 angeordneten Bauteile für diesen Spannungsabfall ausgelegt sind.

Zum aktiven Zünden der Funkenstrecke 2 ist ein Zündkreis 5 mit einer Zündelektrode 6 vorgesehen, wobei der Zündkreis 5 einen kapazitiven Spannungsteiler mit einem ersten Kondensator 7 und einem Zündkondensator 8 aufweist. Der Zündkondensator 8 ist durch einen Parallelzweig überbrückbar, in dem eine Auslösefunkenstrecke 9 und in Reihenschaltung zu dieser ein ohmscher Widerstand 10 angeordnet ist. Die Auslösefunkenstrecke 8 kann durch eine Steuerelektronik 11 in ihre Durchlassstellung überführt werden, in der ein Stromfluss über den Parallelzweig und somit eine Überbrückung des Zündkondensators 8 ermöglicht ist. Durch die Überbrückung wird die Zündelektrode 6 auf das Potential der unteren Hauptelektrode 3 gelegt, die jedoch räumlich näher an der oberen Hauptelektrode 3 angeordnet ist als die untere Hauptelektrode 3. Es entsteht eine Funkenentladung, die auf die untere Hauptelektrode 3 überspringt. Die Steuerelektronik 11 ist über eine Energieversorgung 12 mit der zum Auslösen der Auslösefunkenstrecke 9 notwendigen Energie versorgbar.

Die Zündung der Auslösefunkenstrecke 9 erfolgt aktiv. Dabei überwacht ein Schutzgerät 13 elektrische Messgrößen des Drehstromnetzes wie den Wechselstrom jeder Phase des Drehstromnetzes und/oder die an den elektronischen Bauteilen auf der Plattform 4 abfallende Spannung. Liegen Auslösebedingungen, wie beispielsweise das Überschreiten einer Schwellenspannung an dem Bauteil vor, erzeugt das Schutzgerät 13 ein Auslösesignal, das an einen Halbleiterlaser 14 übertragen wird, der daraufhin ein optisches Auslösesignal erzeugt, das über einen Lichtwellenleiter 15 der Steuerelektronik 11 zugeführt wird. Bei Empfang eines optischen Auslösesignals bewirkt die Steuerelektronik eine elektrische Auslösung der Funkenstrecke 2. Die Funkenstrecke 2 wird also nur indirekt oder mittelbar durch ein optisches Signal ausgelöst, dessen Lichtintensität

daher lediglich auf die Empfindlichkeit des opto-elektrischen Wandlers der Steuerelektronik abgestimmt ist.

Das Schutzgerät 13 sowie der Halbleiterlaser 14 befinden sich auf einem Erdpotential, so dass deren Zugang und Wartung im Bedarfsfall vereinfacht ist. Durch den Lichtwellenleiter 15 ist eine sichere Führung des Zündlichtes ermöglicht, wobei gleichzeitig die Isolierung zwischen der sich auf Hochspannungspotential befindlichen Plattform 4 und der sich auf Erdpotential befindlichen Bauteile 13 und 14 des Überspannungsschutzes 1 erhalten bleibt.

Aufgrund der notwendigen Elektronik mit Energieversorgung auf der Plattform ist der vorbekannte Überspannungsschutz kostenintensiv und aufwendig in der Wartung.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Überspannungsschutz der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit dem ein sicheres Zünden der Funkenstrecke ermöglicht ist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch einen Lichtwellenleiter zum Führen des Zündlichtes zur Funkenstrecke.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird das Zündlicht von der Lichtquelle sicher über einen Lichtwellenleiter zur Funkenstrecke geführt. Hierzu ist es notwendig, dass das Material, aus dem Lichtwellenleiter besteht, eine für das Zündlicht ausreichend hohe optische Transparenz aufweist und Lichtabsorption mit dissipativer Wärmeentwicklung im Gefolge weitgehend vermieden sind. Die zum Zünden der Funkenstrecke benötigte Lichtleistung ist erfindungsgemäß so hoch, dass nach dem Austritt des Zündlichtes aus dem Lichtwellenleiter durch Photoemission und/oder Mehrphotonenabsorption oder andere Ef-

fekte eine ausreichende Anzahl von freien Ladungsträgern bereitgestellt ist, die von dem zwischen den Elektroden der Funkenstrecke herrschenden elektrischen Feld beschleunigt werden und einen Lichtbogen ausbilden.

Im Rahmen der Erfindung ist beispielsweise eine der Elektroden der Funkenstrecke geerdet, wohingegen sich die andere Hauptelektrode auf einem diesbezüglich höheren Potential befindet. Dieser Fall ist in der Praxis jedoch nicht relevant.

Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung sind die Hauptelektroden jedoch auf einer elektrisch isoliert aufgestellten Plattform angeordnet, die sich auf einem Hochspannungspotential befindet und zum Tragen von Bauteilen vorgesehen ist, die an ein Hochspannungsdrehstromnetz anschließbar sind, wobei die Lichtquelle geerdet ist. Mit anderen Worten ist die Lichtquelle nicht auf der Plattform angeordnet, sondern in der Umgebung, die geerdet ist und mit der die Lichtquelle elektrisch leitend verbunden ist. Dabei dient der Überspannungsschutz zum Schutz von auf der Plattform angeordneten Bauteilen wie Kondensatoren, Spulen und dergleichen. Der isolierend wirkende Lichtwellenleiter erstreckt sich zwischen der Plattform und der geerdeten Lichtquelle, so dass die Steuerung der Funkenstrecke bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der Isolierung der Plattform gegenüber dem Erdpotential ermöglicht ist.

Zweckmäßigerweise weist die Lichtquelle einen Pumplaser auf, der zum optischen Pumpen eines Faserlasers eingerichtet ist, wobei ein aktives Medium des Faserlasers in einem Abschnitt des Lichtwellenleiters ausgebildet ist. Der besagte Abschnitt des Lichtwellenleiters ist mit einem optisch aktiven Material dotiert, welches das Pumplicht absorbiert, so dass bei aus-

reichend hoher Pumpleistung eine Besetzungsinversion ermöglicht ist. Hierbei unterstützt das Material des besagten Abschnitts des Lichtwellenleiters den Laserprozess. Durch den Faserlaser wird ein aufwändiges Einkoppeln des Zündlichtes in den Lichtwellenleiter vermieden. Das Licht breitet sich vielmehr nach Austritt aus dem Laserresonator des Lichtwellenleiters in dem Lichtwellenleiter selbst aus, so dass in Abhängigkeit der Pumpleistung hohe Zündlichtleistungen in dem Lichtwellenleiter erzeugbar sind.

Als Pumplaser eignen sich beliebige Pumplaser, die dem Fachmann als solche bestens bekannt sind. So ist der Pumplaser, beispielsweise Festkörperlaser wie ein Nd-YAG-Laser oder ein Halbleiterlaser, die eine Emissionswellenlänge im Absorptionsbereich der optisch aktiven Teilchen des Faserlasers aufweisen.

Vorteilhafterweise ist eine Optik zum Fokussieren des Zündlichtes vorgesehen. Gemäß dieser vorteilhaften Weiterentwicklung ist auf der Plattform zwischen der Funkenstrecke und dem austrittsseitigen Ende des Lichtwellenleiters eine Optik vorgesehen, die nach entsprechender Ausrichtung eine Fokussierung des Zündlichtes in dem Gasraum herbeiführt, der von den Hauptelektroden begrenzt ist. Durch die Bündelung des Zündlichtes wird die Lichtintensität im Fokusbereich so hoch, dass aufgrund nicht linearer Wechselwirkungen zwischen den Gasmolekülen und dem Laserlicht beispielsweise über Mehrphotonenabsorption freie Elektronen oder mit anderen Worten ein Laser induzierter optischer Durchbruch in der Funkenstrecke erzeugt wird. Durch das zwischen den Hauptelektroden herrschende elektrische Feld werden die freien Elektronen beschleunigt, so dass sich aufgrund des entstehenden Lawineneffektes ein Lichtbogen zwischen den Elektroden ausbildet, der

einen Spannungsabfall an dem zu schützenden Bauelement bewirkt.

Vorteilhafterweise ist das Zündlicht auf eine Oberfläche der Elektrode geführt, die der gegenüberliegenden Elektrode zugewandt ist. Bei dieser zweckmäßigen Weiterentwicklung wird die so genannte Photoemission zur Funkenauslösung ausgenutzt. Dabei wechselwirkt das Zündlicht mit dem Oberflächenmaterial der Elektrode. Aufgrund dieser Wechselwirkung werden aus dem Elektrodenmaterial Elektronen freigesetzt, die zum Auslösen der Funkenstrecke führen. Dabei ist auch eine Fokussierung des Zündlichtes möglich.

Abweichend hiervon ist eine solche Ausrichtung des Lichtwellenleiters gewählt, dass die Oberfläche der Hauptelektrode im Wege des aus dem Lichtwellenleiter austretenden Zündlichtes liegt. Dabei trifft beispielsweise ein nicht fokussiertes Zündlicht recht- oder spitzwinklig auf die Oberfläche der Elektrode. Entscheidend ist bei beiden Varianten, dass aufgrund der Wechselwirkung zwischen dem Elektrodenmaterial eine für das Auslösen der Funkenstrecke notwendige Anzahl freier Ladungsträger bereitgestellt ist. Ein Abschmelzen des Lichtwellenleiterendes in der gezündeten Funkenstrecke wird auf diese Weise vermieden.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung fällt das Zündlicht quer zum elektrischen Feld zwischen den Hauptelektroden ein, wobei das Zündlicht entlang der Oberfläche einer Hauptelektrode geführt und dabei den Austritt von Elektronen aus dem Oberflächenmaterial bewirkt. Auch hier löst der Effekt der Photoemission die Funkenentladung aus.

Vorteilhafterweise ist das von der Lichtquelle abgewandte freie Ende des Lichtwellenleiters in einer Elektrode angeordnet. Gemäß dieser vorteilhaften Weiterentwicklung tritt der Lichtstrahl parallel zu den Feldlinien des zwischen den Hauptelektroden herrschenden elektrischen Feldes aus dem Lichtwellenleiter aus. Zum Schutz des Lichtwellenleiters vor dem Wegschmelzen ist das Austrittsende des Lichtwellenleiters in einer Hauptelektrode vertieft angeordnet, so dass der Lichtwellenleiter vom Zündlichtbogen beabstandet bleibt.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Funkenstrecke Teile eines Zündkreises zum Zünden einer Hauptfunkenstrecke. Die Hauptfunkenstrecke ist beispielsweise parallel zu einem gegen Überspannungen zu schützenden Bauteil geschaltet. Dabei kann die Funkenstrecke zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit mehrere Teilfunkenstrecken aufweisen, die in Reihenschaltung zueinander angeordnet sind und von denen nur eine unmittelbar durch Licht gezündet wird. Durch das Zünden nur einer oder eines Teils der in Reihe geschalteten Teilfunkenstrecken erhöht sich die an den noch nicht gezündeten Teilfunkenstrecken abfallende Spannung, so dass diese ebenfalls gezündet werden. Dies gilt entsprechend für die Reihenschaltung von Funkenstrecken, die nicht Teil eines Zündkreises sind, sondern unmittelbar parallel zu den zu schützenden Bauteil angeordnet sind. Mit anderen Worten sind beliebige Verschaltungen von Funkenstrecken gemäß der vorliegenden Erfindung möglich.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung unter Bezug auf die Figuren der Zeichnung, wobei gleich wirkende Bauteile mit gleichem Bezugszeichen versehen sind und wobei

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines Überspannungsschutzes gemäß dem Stand der Technik und

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Überspannungsschutzes zeigt.

Figur 1 zeigt ein vorbekanntes Ausführungsbeispiel eines Überspannungsschutzes 1 gemäß dem Stand der Technik, das bereits weiter oben beschrieben wurde.

Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Überspannungsschutzes 1, der parallel zu einem auf der Plattform 4 angeordneten und figürlich nicht dargestellten Bauelement, wie beispielsweise einem Hochspannungskondensator, geschaltet ist. Dabei ist der Hochspannungskondensator in Reihe in eine Phase eines Hochspannungsdrehstromnetzes geschaltet. Zur Vermeidung hoher Potentialdifferenzen sind die mit der Hochspannungsleitung des Drehstromnetzes koppelbaren Bauelemente auf der Plattform 4 angeordnet, die beispielsweise über Stützträger aus Keramik, Gießharz oder dergleichen isoliert auf einer auf Erdpotential liegenden Umgebung gehalten ist.

Der Überspannungsschutz 1 umfasst in dem gezeigten Ausführungsbeispiel eine aus den Hauptelektroden 3 bestehende Hauptfunkenstrecke 2, die mittels der Zündelektrode 6 zündbar ist. Zum Auslösen dient der Zündkreis 5, der - wie die Zündelektrode - auf der Plattform 4 angeordnet ist und sich somit auf einem Hochspannungspotential befindet. Der Zündkreis 5 besteht aus einem kapazitiven Spannungsteiler, der aus dem Kondensator 7 sowie dem Zündkondensator 8 besteht, die in Reihe zueinander geschaltet sind. Der Zündkondensator 8 ist durch einen Überbrückungszweig überbrückbar, in dem der ohm-

sche Widerstand 10 sowie eine Auslösefunkenstrecke 9 als Funkenstrecke in Reihe angeordnet sind.

Auf Erdpotential liegen hingegen das Schutzgerät 13 sowie ein Pumplaser 16. Der Pumplaser 16 dient, im Gegensatz zu dem Laser 13 gemäß Figur 1, nicht zur Erzeugung eines Zündlichtes, das in den Lichtwellenleiter 15 einkoppelbar ist, sondern zum Pumpen eines Faserlasers 17, der als Abschnitt des Lichtwellenleiters 15 ausgebildet ist und aus einem Wirtskristall besteht, der mit optisch aktiven Teilchen dotiert ist. Der für das Pumplicht des Pumplasers 16 durchlässige Wirtskristall unterstützt die optisch aktiven Teilchen bei der Erzeugung der Besetzungsinversion, so dass ein Laserbetrieb des Faserlasers 17 ermöglicht ist.

Das Schutztechnikgerät 13 ist mit figürlich nicht dargestellten Messgebern wie Spannungsmessern verbunden, so dass die an einem zu überwachenden Bauteil abfallende Spannung dem Schutzgerät 13 zuführbar sind.

Der in Figur 2 gezeigte Überspannungsschutz 1 wirkt folgendermaßen:

Das Schutzgerät 13 vergleicht die vom Spannungsmesser zugeführten Spannungswerte beispielsweise mit einem Schwellenwert. Abweichend hiervon leitet das Schutzgerät aus Stromwerten der Messgeräte einen Spannungswert ab. Übersteigen die Spannungswerte den Schwellenwert, löst das Schutzgerät 13 einen elektrischen Auslöseimpuls aus, der dem Pumplaser 16 zugeführt wird. Nach Empfang des Auslöseimpulses wird vom Pumplaser 16 ein Pumplicht erzeugt, das einen Laserpuls des Faserlasers 17 freisetzt. Der Laserpuls des Faserlasers 17 wird Zündlicht genannt. Das vom Faserlaser 17 ausgehende Zündlicht wird über den Lichtwellenleiter 15 zur Auslösefunkenstrecke 9

geführt, die von einem nicht dargestellten Gehäuse abgedichtet ist. Das Gehäuse ist mit einem Gas befüllt. Dabei ist das freie Ende des Lichtwellenleiters so in dem Gehäuse angeordnet, dass das aus dem Lichtwellenleiter 15 austretende Zündlicht quer zu dem von den Elektroden der Auslösefunkenstrecke 9 erzeugten elektrischen Feld in den von den Elektroden begrenzten Gasraum einfällt. Das Laserlicht des Faserlasers 17 ist so intensiv, dass ein optischer Durchbruch in der Auslösefunkenstrecke 8 erzeugt und somit die Auslösefunkenstrecke 8 gezündet wird. Durch die bereits im Zusammenhang mit Figur 1 beschriebene Verschaltung wird der Durchbruch der Funkenstrecke 3 erzeugt, so dass das parallel geschaltete Bauteil vor überhöhten Spannungen geschützt ist.

Bei einem hiervon abweichenden figürlich nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist der oder die Lichtwellenleiter direkt zur Hauptfunkenstrecke geführt. Die Hauptfunkenstrecke ist somit optisch zündbar. Auf diese Weise ist ein kostspieliger Zündkreis überflüssig geworden. Die daraus gewonnenen Kostenvorteile kompensieren die Kosten für den Pumplaser und den Faserlaser.

Patentansprüche

1. Überspannungsschutz (1) mit einer Funkenstrecke (2), die einander gegenüberliegende Elektroden (3) aufweist, mit einer Lichtquelle zur Erzeugung eines Zündlichtes in Abhängigkeit von Auslösesignalen einer Steuerungseinheit, wobei das Zündlicht zum unmittelbaren Zünden der Funkenstrecke (2) eingerichtet ist,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
einen Lichtwellenleiter (15) zum Führen des Zündlichtes zur Funkenstrecke (2).

2. Überspannungsschutz (1) nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Elektroden (3) auf einer elektrisch isoliert aufgestellten Plattform (4) angeordnet sind, die sich auf einem Hochspannungspotential befindet und zum Tragen von Bauteilen vorgesehen ist, die an ein Hochspannungsdrehstromnetz anschließbar sind, und dass die Lichtquelle geerdet ist.

3. Überspannungsschutz (1) nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Lichtquelle einen Pumplaser (16) aufweist, der zum optischen Pumpen eines Faserlasers (17) eingerichtet ist, wobei ein aktives Medium des Faserlasers (17) in einem Abschnitt des Lichtwellenleiters (15) ausgebildet ist.

4. Überspannungsschutz (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine Optik zum Fokussieren des Zündlichtes.

5. Überspannungsschutz (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das Zündlicht auf einer Oberfläche der Elektrode (3) geführt
ist, die der gegenüberliegenden Elektrode (3) zugewandt ist.

6. Überspannungsschutz (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das von der Lichtquelle abgewandte freie Ende des Lichtwellenleiters (15) in einer Elektrode (3) angeordnet ist.

7. Überspannungsschutz nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

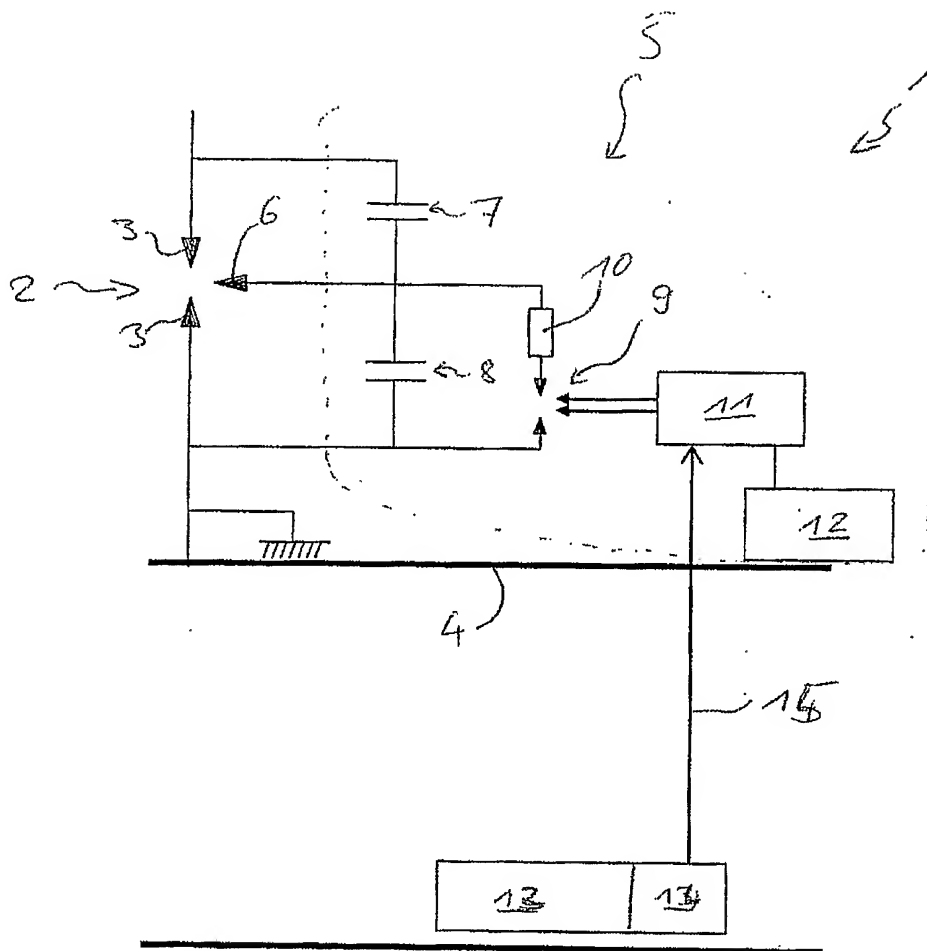
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Funkenstrecke Teil eines Zündkreises (5) zum Zünden einer Hauptfunkenstrecke ist.

Zusammenfassung

Optisch gezündete Funkenstrecke

Um einen Überspannungsschutz (1) mit einer Funkenstrecke (2), die einander gegenüberliegende Elektroden (3) aufweist, mit einer Lichtquelle zur Erzeugung eines Zündlichtes in Abhängigkeit von Auslösesignalen einer Steuerungseinheit, wobei das Zündlicht zum unmittelbaren Zünden der Funkenstrecke (2) eingerichtet ist, bereitzustellen, mit dem ein sicheres Zünden der Funkenstrecke ermöglicht ist, wird ein Lichtwellenleiter (15) zum Führen des Zündlichtes zur Funkenstrecke (2) vorgeschlagen.

Figur 2

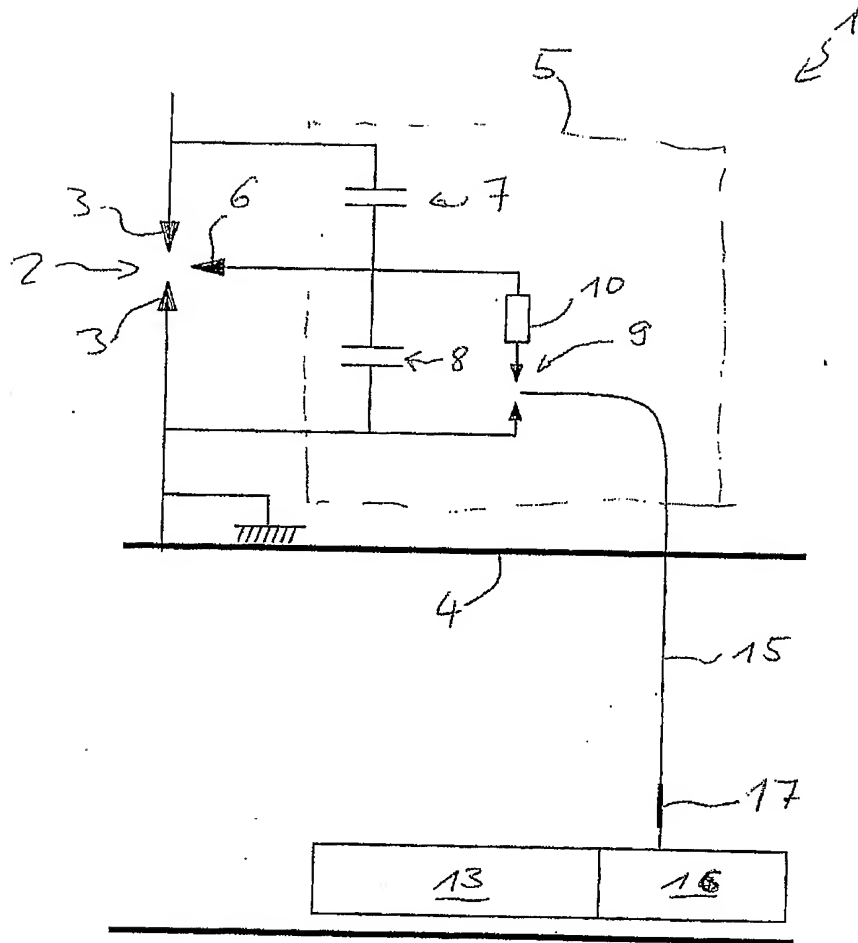


Stand der Technik

Figur 1

04 00138

2/2



Figur 2